

Trinity College Trinity College Digital Repository

Senior Theses and Projects

Student Works

Spring 2016

MOSE: Salvare Venezia

Salvatore T. Siciliano

Trinity College, Hartford Connecticut, salvatore.siciliano@trincoll.edu

Follow this and additional works at: <http://digitalrepository.trincoll.edu/theses>



Part of the [Civil and Environmental Engineering Commons](#), and the [Other Italian Language and Literature Commons](#)

Recommended Citation

Siciliano, Salvatore T., "MOSE: Salvare Venezia". Senior Theses, Trinity College, Hartford, CT 2016.
Trinity College Digital Repository, <http://digitalrepository.trincoll.edu/theses/580>

MOSE: Salvare Venezia

Salvatore Siciliano

Italiano 401

Professor Del Puppo

Introduzione

Venezia è conosciuta in tutto il mondo come la città costruita sull'acqua. È piena di bellezze sia naturali che culturali. Infatti, ogni anno circa 20 milioni di turisti vanno a Venezia per vedere questa bellezza. Purtroppo, Venezia è anche una città in pericolo. Non a causa della criminalità, ma a causa dell'ambiente, del mare. È un fatto ben noto che la città di Venezia sta sprofondando, e ogni anno l'altezza della laguna attorno alla città è in crescita. Questo problema ha bisogno di una soluzione, e subito. Fortunatamente c'è un gran progetto attivato che può salvare la città. Si chiama Modulo Sperimentale Elettromeccanico (MOSE), ed è un'idea brillante per la salvezza di Venezia. Cominciato nel 2003, MOSE è un sistema con grandi cancelli che può bloccare l'acqua se c'è un'alta marea.

Per uno studente di ingegneria, come me, è molto importante studiare questi tipi di progetti; i progetti di una scala enorme che possono salvare un tesoro mondiale. L'idea del MOSE non è molto difficile da capire, ma per istituire l'idea ci vuole molta analisi. Prima, la conoscenza di ingegneria di base, e dopo la conoscenza di un po' di meccanica di fluidi. Ma è possibile, se si va piano, analizzare il sistema e realizzare quanto sia sorprendente il sistema, solo con una conoscenza di base dei concetti di ingegneria.

Inoltre, ci sono molti problemi e anche controversie su MOSE a causa dell'impatto ambientale. Queste preoccupazioni sono reali e molto importanti da studiare. Ma prima che parliamo del MOSE, è importante spiegare cosa sta succedendo e la storia della missione della salvezza di Venezia.

La Storia

Il mare è sempre stato un problema per la città. Le città non dovrebbero essere costruite sopra l'acqua, Venezia è un grande eccezione. Per tutta la storia di Venezia, i veneziani hanno sempre trovato modi di bloccare il mare. Venezia antica aveva costruito muri per bloccare il mare e aveva anche reindirizzato due fiumi¹. Dominic Standish l'ha detto perfettamente, "Per preservare Venezia è sempre stato necessario interferire nel corso naturale degli eventi¹."

Purtroppo, in tempi più recenti, il mare sta vincendo questa incessante battaglia. Dal 1900, la città si è abbassata di circa 16 centimetri. Forse il fatto più interessante è che solo 4 centimetri sono per cause naturali². Gli altri 12 centimetri sono a causa dell'utilizzo dell'acqua potabile sotto la città fino al 1975 quando l'acquedotto Sile è stato costruito². Oltre a questo, il livello del mare si era alzato 8 centimetri. Queste tre cause hanno danneggiato veramente la città. Nel secolo passato, la laguna adiacente a Piazza San Marco è straripata circa 7 volte all'anno, ma solo nel 2004 ci sono stati 121 casi. Questo grande cambiamento è un enorme avvertimento che, se Venezia non fa niente, la città diventerà come Atlantis, sotto il mare.

L'ultima "goccia" è successa nel 1966, quando una grande alluvione ha colpito la città. Il livello dell'acqua si è sollevato di 196 centimetri, un livello mai visto prima

¹ Windsor, Antonia. "Inside Venice's Bid to Hold Back the Tide." *The Guardian*. Guardian News and Media, 16 June 2015. Web. 10 Mar. 2016. <<http://www.theguardian.com/cities/2015/jun/16/inside-venice-bid-hold-back-tide-sea-level-rise>>.

² "Illumin - A Look at Venice: Past and Present." *Illumin - A Look at Venice: Past and Present*. N.p., n.d. Web. 8 Mar. 2016. <<http://www.illumin.usc.edu/130/a-look-at-venice-past-and-present/4/>>

e mai visto dopo¹. Quest'alluvione ha colpito la città duramente, e ha finalmente cambiato la mentalità dei politici di Venezia e li ho convinti a trovare una soluzione, e rapidamente. Perciò, nel 1973, sei progetti sono stati proposti e accettati dal Consiglio Nazionale delle Ricerche³. Tutti questi progetti proponevano una soluzione differente per bloccare il mare.

Purtroppo, come molte opere pubbliche in Italia, ci sono voluti quasi dieci anni prima che venisse fatto il primo studio della fattibilità dei progetti, si era nel 1981. Il governo ha scelto sette professori universitari per studiare i progetti proposti e per raccomandare un sistema che avrebbe potuto salvare la città ad un costo economico. Lo studio viene chiamato il Progettone. Il Progettone comprende i sei progetti del 1973, con restringimenti alle bocche del porto, integrati da dighe mobili⁴. Nel 1982, il Consorzio Venezia Nuova è stato incaricato del progetto per disegnare e implementare la protezione della città. Riequilibrio e Ambiente (REA), il nome di questo nuovo progetto, è stato presentato nel 1989³. REA era una bozza delle barriere mobili alle tre bocche della laguna, e finalmente nel 1994 il progetto è stato completamente approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici³. Durante questo periodo, ci sono stati fatti degli esperimenti con una barriera prototipa. Il prototipo era MOSE, un

³ "MOSE Project, Venice, Venetian Lagoon." *Water Technology*. N.p., n.d. Web. 14 Mar. 2016. <<http://www.water-technology.net/projects/mose-project/>>.

⁴ "Così in 35 Anni Il "Progettone" Si Trasformò in Mose." *Margheraonline*. N.p., 13 Oct. 2013. Web. 12 Mar. 2016. <<https://margheraonline.wordpress.com/2013/10/13/cosi-in-35-anni-il-progettone-si-trasformo-in-mose/>>.

evidente riferimento alla figura storica, Mosè, che ha diviso il Mare Rosso. Lo studio ambientale era finito nel 2002 e finalmente nel 2003 MOSE ha avuto inizio.

Il Processo di Operazione

Prima dell'analisi del MOSE, voglio spiegare con dettagli, come funziona MOSE, specificamente, qual è il processo di operazione del MOSE. La marea è una cosa che è molto difficile da predire, e per questo MOSE ha bisogno di un processo complesso per assicurare che le paratoie siano in operazione nel tempo corretto. Nella Figura 1 c'è il processo per la chiusura delle entrate della laguna. Il processo comincia con una previsione delle prossime 24 ore. Se c'è una possibilità di un'acqua alta più di 100 cm, la situazione entra in una fase di monitoraggio.

Sei ore prima dell'acqua alta di 100cm o più, l'alluvione è classificata in due categorie, "tipo 2" e "tipo 1":

- Tipo 2 – Un evento con un'alta marea più di 150cm o una durata di più di 11hr
- Tipo 1 – Tutti gli altri eventi.

Se l'alluvione è del tipo 2, le entrate sono chiuse immediatamente. Per il tipo 1, a quattro ore prima dell'alluvione, un'altra classificazione è data per un ulteriore monitoraggio basato su fattori come il vento e una predizione più precisa.

Tutte le misurazioni sono prese a Punta Salute, un punto di una parte di Venezia vicino alla Basilica di Santa Maria della Salute. Questo punto è praticamente dentro la città, e per questo è un buon luogo per ottenere le misure della acqua alta. Inoltre, il

processo è creato in un modo che tutte le paratoie chiudano le entrate allo stesso tempo, non importa l'attività in altri luoghi della laguna.

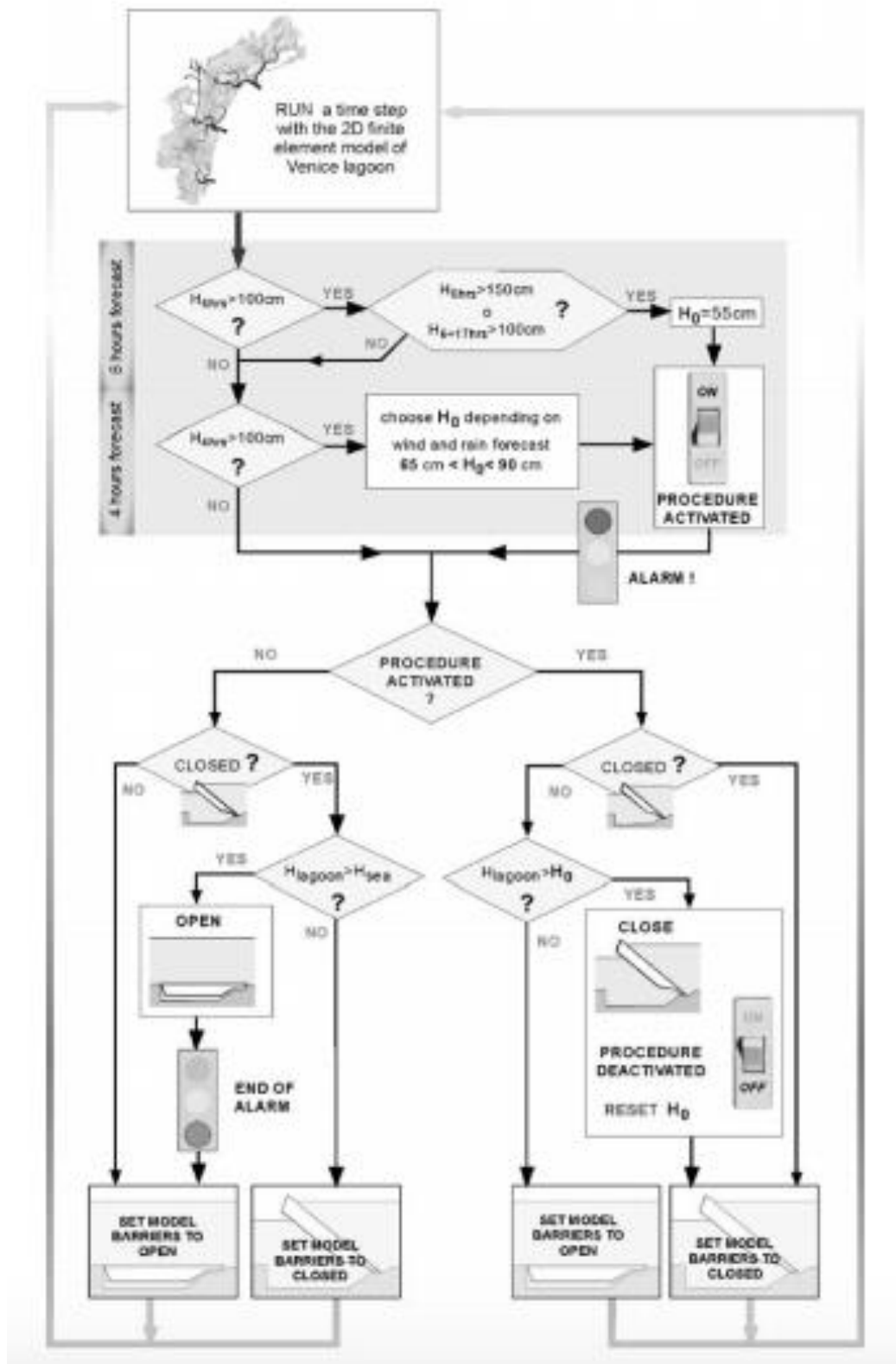


Figure 1: Processo per chiudere la Laguna

Il Sistema del MOSE

MOSE è un sistema molto complesso. Ci sono 4 diverse sezioni di barriere, separate tra le tre bocche della laguna. Ci sono due sezioni all'entrata Lido (Lido Nord e Lido Sud), e una sezione all'entrata di Malamocco e a Chioggia⁵. In totale ci sono 78 barriere; 21 a Lido Nord, 20 a Lido Sud, 19 a Malamocco, e 18 a Chioggia⁵. Le tre



Figure 2: Le tre bocche della laguna, Lido (a), Malamocco (b), e Chioggia (c).

⁵ "MOSE Venezia." *MOSE Venezia*. N.p., n.d. Web. 19 Mar. 2016. <<https://www.mosevenezia.eu/?lang=en>>.

bocche possono essere viste nella Figura 1.

In totale, il costo del progetto era stimato a circa sette miliardi di euro, pagati a rate. Fino a 2011, otto rate sono state pagate³:

1. Novembre 2002 – €450m
2. Settembre 2004 – €709m
3. Marzo 2006 – €380m
4. Agosto 2007 – €243m
5. Gennaio 2008 – €400m
6. Dicembre 2008 – €800m
7. Novembre 2010 – €230m
8. Dicembre 2011 – €600m

Questi pagamenti sono solo €3.812mld. Negli ultimi cinque anni, gli altri €3.188mld sono stati pagati.

Tutte le barriere sono larghe 20 metri, alte tra 20 e 30 metri, e spesso tra 4 e 5 metri. Queste barriere sono enormi, capaci di fermare un'acqua alta quasi tre metri, ma sono attivati soltanto quando c'è un'acqua alta più di 1.10 metri¹. Dentro, sono quasi tutte vuote, eccetto per i pilastri di supporto. Alla base di ogni passaggio c'è una grande fondazione di calcestruzzo che serve come la base del sistema. La fondazione è anche il loggiamento delle paratoie quando non sono usate per assicurare che le paratoie non danneggiano l'ambiente.

Per sapere quando le paratoie devono essere utilizzate, il sistema deve essere capace di interpretare vari fattori¹:

- La velocità
- Il livello dell'acqua
- L'intervista delle onde
- La pressione dell'aria
- L'Alluvione fresca dai fiumi

Ognuno di questi fattori possono creare un'alluvione che può danneggiare la città. Per questo, questi fattori vengono monitorati dai tecnici che possono prevedere le condizioni con cinque giorni di anticipo¹. Questo dà ai tecnici abbastanza tempo per preparare il sistema per bloccare l'acqua.

A questo punto nel progetto le paratoie a Lido Nord sono funzionali. Le altre tre bocche hanno una fondazione, l'unica cosa che deve essere fatta è l'installazione delle paratoie. Quando le porte saranno installate e funzionanti, MOSE avrà il potere di proteggere la città di Venezia per il prossimo secolo, anche se il livello del mare si alza e contro un'acqua alta di 3 metri.

Analisi di un Corpo

Adesso, voglio soffermarmi sulla meccanica per spiegare i principi funzionali di MOSE e come possiamo analizzarli. E tutto comincia con la fisica. Nella fisica, e anche nell'ingegneria, c'è un metodo quando vogliamo esaminare una forza che agisce su un oggetto. Il primo passo è creare un diagramma di corpo libero dove si disegnano tutte le forze che agiscono sull'oggetto. Bisogna in seguito illustrare tutte le forze

orizzontali e tutte le forze verticali, e ridurre tutti e due questi elementi uguale a zero (perché l'analisi è fatta in equilibrio). Figura 2 raffigura un diagramma di corpo libero molto semplice.

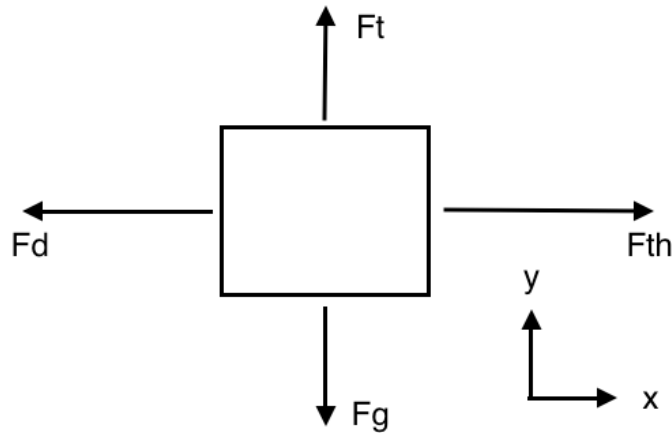


Figure 3: Esempio di un Diagramma di Corpo Libero

Se sommiamo le forze nella direzione verticale e nella direzione orizzontale:

$$\Sigma F_x: F_{th} - F_d = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y: F_t - F_g = 0 \quad (2)$$

Per il sistema del MOSE, è un po' più difficile perché le barriere sentono non solo forze ma anche un momento al cardine alla base della struttura.

Un momento è creato quando un oggetto è fissato a un solo punto, e ci sono forze che agiscono sull'oggetto. Per mantenersi in equilibrio, un momento è necessario al punto di rotazione. In generale, un momento è una forza moltiplicata per una distanza:

$$M = Fx \quad (3)$$

Nella Figura 3, c'è un esempio di un oggetto, molto simile ad una barriera del MOSE, con un momento per mantenere la sua posizione.

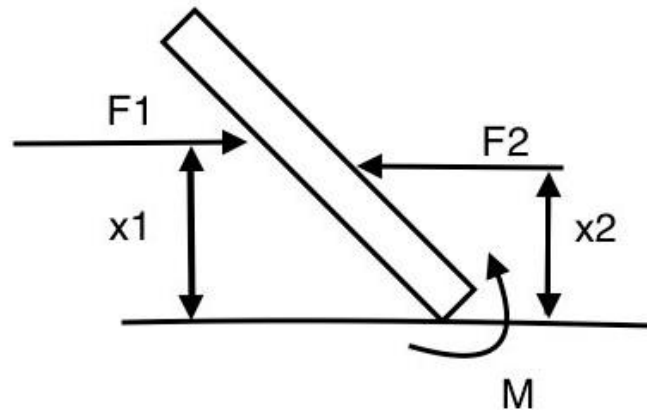


Figure 4: Un diagramma di corpo libero con un momento

Come le forze, possiamo sommare tutti i momenti creati (è pratica standard per indicare un momento antiorario come positivo):

$$\Sigma M: M - F_1 x_1 + F_2 x_2 = 0 \quad (4)$$

In questo caso, x_1 e x_2 indica le distanze verticali tra la forza e l'asse di rotazione. Nell'equazione (4), M è il momento di reazione alla cerniera. Nel caso del MOSE, questo momento è la cosa più importante perché è la cosa che assicura che il sistema funziona. In questa analisi, noi calcoleremo il momento necessario per mantenere una barriera in equilibrio.

I Principi di Meccanica dei Fluidi

Per capire come funziona il sistema del MOSE, è molto importante anche capire i fondamenti della meccanica dei fluidi. Perciò bisogna cominciare all'inizio. Per un oggetto sotto l'acqua, la pressione a causa dell'acqua è da tenere in considerazione. La pressione è importante perché la pressione su un oggetto provoca una forza applicata a quell'oggetto e, come ora sappiamo, causa lo spostamento dell'oggetto. Perciò, la pressione dell'acqua è soprattutto importante per un sistema come MOSE il cui fallimento meccanico potrebbe essere catastrofico per la città. In questo caso, è una pressione idrostatica, e è calcolato con la seguente formula:

$$p = \rho gh \quad (5)$$

dove ρ è la densità del fluido, g è l'accelerazione dovuta alla gravità e h è la distanza sotto l'acqua dell'oggetto. Ma, come tutte le parti dell'ingegneria, le forze sono le cose più importanti da mettere a fuoco. In generale, la pressione è la forza per l'unità dell'area:

$$p = \frac{F}{A} \quad (6)$$

perciò, se mettere equazione (5) uguale a equazione (6) e riorganizzare per F :

$$F = \rho gAh \quad (7)$$

ma $Ah=V$, il volume del fluido sopra, così la formula finale per la forza idrostatica è:

$$F = \rho gV \quad (8)$$

L'Equazione (8) è l'equazione più generale per una forza idrostatica.

Purtroppo, per MOSE non è applicabile, perché nell'analisi dobbiamo considerare

entrambe le forze verticali e orizzontali, e l'equazione (8) riguarda solo per le forze verticali. Per determinare la forza orizzontale, dobbiamo usare questa equazione, derivata dall'equazione (7):

$$F_H = \rho g h_{cg} A_{prog} \quad (9)$$

dove A_{prog} è l'area proiettata dell'oggetto e h_{cg} è il centro di gravità dell'oggetto, per MOSE è semplicemente il punto centrale verticale tra il livello dell'acqua e la base della barriera. Per la forza verticale, com'è scritto sopra:

$$F_v = \rho g V \quad (10)$$

Ma questo non è tutto. È anche importante capire dove le forze agiscono sulla barriera. Per le forze idrostatiche, la linea d'azione è al centro della pressione:

$$y_{cp} = \frac{I_{xx} \sin \theta}{h_{cg} A_{prog}} \quad (11)$$

dove I_{xx} è il momento d'inerzia dell'oggetto, per un rettangolo:

$$I_{xx} = \frac{1}{12} b h^2 \quad (12)$$

dove b è la larghezza del rettangolo e h è l'altezza del rettangolo. Anche, nell'equazione (11) θ è l'angolo tra il livello dell'acqua e la barriera, e A è l'area proiettata del rettangolo. Se sommiamo (12) con (11):

$$y_{cp} = \frac{b h^2 \sin \theta}{12 h_{cg} A_{prog}} \quad (13)$$

L'Equazione (13) è la formula finale per il centro di pressione, e questo si aggiunge al centro di gravità della barriera. Ma il centro di pressione è qualcosa che viene aggiunto al centro di gravità di un oggetto. Poi, per esempio, se c è un centro di gravità

di 15 cm sotto l'acqua e y_{cp} è uguale a 2 cm, la posizione della forza sarà 17cm sotto l'acqua.

Applicando questa nuova conoscenza dell'ingegneria, è ora possibile analizzare il sistema di MOSE. Nel caso di MOSE, ci sono solo due forze che agiscono su una barriera, una dall'acqua della laguna e l'altra dall'acqua del mare. Nella mia analisi mi concentrerò su solo una barriera, questo è perché tutte le barriere sentono quasi le stesse forze con delle leggere variazioni. È anche importante notare che tutte le barriere non ci sono ma è giusto per assumere che questa analisi è corretta per tutte le barriere.

L'analisi

Nel caso di MOSE, ci sono solo tre forze che agiscono su una barriera, una dall'acqua della laguna, una dall'acqua del mare e la terza è la forza creata dal peso della barriera. Nella mia analisi mi concentrerò solo su una barriera, ciò è perché tutte le barriere sentono quasi le stesse forze. È anche importante notare che tutte le barriere non sono di uguali dimensioni ma, a scopo di questa tesi, è sufficiente usare le dimensioni massimo per calcolare il momento e la potenza massimo. Per l'analisi, la barriera in questione sarà 20 metri di larghezza, 25 metri di altezza e spesso 4.5 metri. Una barriera pesa 305,000 kg. È anche importante assumere che per la presente analisi il livello della laguna è tre metri sotto il livello massimo della barriera, perché le barriere possono bloccare un'acqua alta di tre metri. Perciò, se la barriera è ad un angolo di 60 gradi:

$$y = 30 \sin(60)$$

$$y = 26m$$

Il livello della laguna è 23 m sopra la base della barriera. È anche importante notare che, l'acqua alta è soltanto 100 centimetri, la base per mettere in operazione MOSE.

La prima cosa che dobbiamo fare è creare un diagramma di corpo libero per la barriera, come visibile in Figura 4.

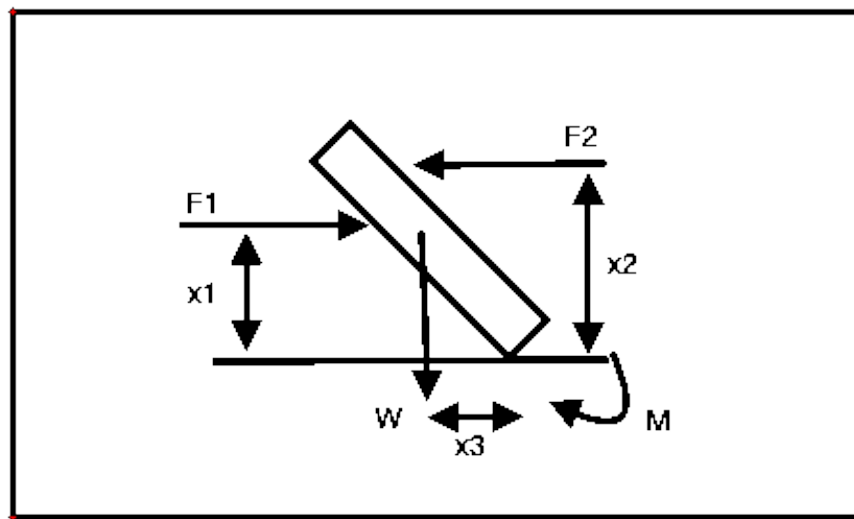


Figure 5: Diagramma di Corpo Libero

Nel diagramma, F1 è la forza dell'acqua della laguna, F2 è la forza dell'acqua del mare, W è la forza del peso della barriera e M è il momento di reazione che il motore della barriera deve creare per mantenere la posizione della barriera. Le tre distanze (x1, x2, e x3) corrispondono alle distanze tra le forze e l'asse di rotazione della barriera. Per sommare i momenti dell'asse di rotazione, è necessario calcolare queste forze e distanze.

Per F1, usando equazione (9) è uguale a:

$$F1 = \rho g h_{cg} A_{prog}$$

dove $h_{cg}=23/2= 11.5\text{m}$, $A_{prog}=(20\text{m})*(23\text{m})= 460 \text{ m}^2$, $\rho = 1029 \text{ kg/m}^3$ e $g=9.81\text{m/s}^2$.

Perciò:

$$F1 = (1029)(9.81)(11.5)(460)$$

$$F1 = 53.35 \times 10^6 \text{ N}$$

F2 è calcolato nella stessa maniera, eccetto che $h_{cg}=23.1/2= 11.55\text{m}$, e

$$A_{prog}=(20\text{m})*(23.1\text{m}) = 462 \text{ m}^2$$

$$F2 = (1029)(9.81)(11.55)(462)$$

$$F2 = 53.87 \times 10^6 \text{ N}$$

Finalmente, W è semplicemente $F=mg$

$$W = (9.81)(305000)$$

$$W = 2.99 \times 10^6 \text{ N}$$

Ora che le forze sono calcolate, è ora di calcolare le distanze tra le forze e l'asse di rotazione. Sappiamo h_{cg} per F1 e F2, ma non y_{cp} . Per F1:

$$y_{cp} = \frac{bh^2 \sin \theta}{12h_{cg}A_{prog}}$$

$$y_{cp} = \frac{20 * 23^2 * \sin 60}{12 * 11.5 * 460}$$

$$y_{cp} = 0.1443 \text{ m}$$

così $x1$ è:

$$x1 = h_{cg} - y_{cp}$$

$$x1 = 11.5 - 0.1443$$

$$x1 = 11.356m$$

Per F2:

$$y_{cp} = \frac{bh^2 \sin \theta}{12h_{cg}A_{prog}}$$

$$y_{cp} = \frac{20 * 23.1^2 * \sin 60}{12 * 11.55 * 462}$$

$$y_{cp} = 0.1443 \text{ m}$$

così x2 è:

$$x2 = h_{cg} - y_{cp}$$

$$x2 = 11.55 - 0.1443$$

$$x2 = 11.41m$$

Per W, x3 è soltanto la distanza tra il centro di gravitazione della barriera e l'asse di rotazione della barriera.

$$x3 = \frac{30 \cos 60}{2}$$

$$x3 = 7.5m$$

Adesso che tutte le forze e distanze sono calcolati, è possibile sommare i momenti creati.

$$\Sigma M = (F2 * x2) + (W * x3) - (F1 * x1) - M = 0$$

$$M = (F2 * x2) + (W * x3) - (F1 * x1)$$

$$M = (53.87 \times 10^6 * 11.41) + (2.99 \times 10^6 * 7.5) - (53.35 \times 10^6 * 11.356)$$

$$\mathbf{M = 31.24 \times 10^6 Nm = 23 \times 10^6 lb - ft}$$

Un momento di $31.24 \times 10^6 \text{ Nm}$ non è indifferente. Per contestualizzare, il momento, che è anche chiamata coppia, media di una macchina è circa di 200 lb-ft. Le barriere di MOSE sono enormi, perciò il momento per mantenere una barriera in posizione deve essere anche enorme.

Per calcolare la potenza necessaria per muovere una barriera, è prima necessario capire come calcolare la potenza. La potenza, per quanto riguarda una coppia, è:

$$P = T\omega$$

dove T è il coppia e ω è la velocità angolare della barriera, in rotazione al minuto (rpm).

Per una barriera, è necessario trenta minuti per salire a 60 gradi. Questo è equivalente a 180 minuti per ruotare 360 gradi, o una rotazione completa. Perciò la velocità angolare della barriera è

$$\omega = \frac{1 \text{ rotazione}}{180 \text{ minuti}} = 0.005556 \text{ rpm}$$

Allora, la potenza necessaria per muovere una barriera in posizione per chiudere l'entrata è

$$P = T\omega$$

$$P = 31.24 \times 10^6 \text{ Nm} * 0.005556 \text{ rpm}$$

$$P = 173.56 \times 10^3 \text{ W} = \mathbf{233 \text{ hp}}$$

Una potenza di 233 hp sono molti. Di media, una macchina ha 250 hp, così MOSE ha bisogno di quasi una macchina per una sola barriera e solo per muovere alla posizione corretta, non per mantenerla in posizione. Questa figura aiuta nella comprensione della grandezza di MOSE, se una barriera ha bisogno di 233 hp, e ci sono 78 barriere, il sistema in totale ha bisogno di 18154 hp!

L'Impatto Ambientale e Commerciale

Durante il processo e la storia di MOSE, l'impatto ambientale e commerciale sono sempre due motivi di preoccupazione per la città. Le paratoie sono enormi e perché bloccano le entrate della laguna, è possibile disturbare l'ecosistema della laguna. Per molte persone, questa cosa è sufficiente per abbandonare il sistema completamente. Fortunatamente, c'erano molte ricerche su questo problema e i risultati sono positivi.

La prima cosa che è importante da capire è che le paratoie non sono in operazione per più di otto ore alla volta. In generale, otto ore di operazione non è molto tempo per disturbare l'ambiente naturale della laguna. Queste paratoie non sono usate ogni giorno, o neanche ogni settimana¹. Inoltre, la città ha fatto tante altre cose per combattere l'acqua alta che sono d'aiuto nella conservazione della laguna. Cose come il reimpianto delle erbe palustri e la creazione dei frangiflutti². In realtà, i frangiflutti aiutano nella crescita delle barriere coralline che possono sostenere fino a 150 diverse specie di vita marina².

I Fallimenti del MOSE

Sebbene MOSE sia un sistema molto buono e una soluzione molto efficace, ci sono alcuni modi in cui può diventare un sistema migliore. Il problema più grande è il fatto che quando MOSE è stato introdotto il problema del riscaldamento globale non era grande come oggi. Le previsioni dell'aumento del livello dell'acqua è adesso più grande, e molto grande, di quanto previsto negli anni ottanta e novanta quando MOSE è stato creato. Per questo, non è sicuro che MOSE possa proteggere Venezia per il prossimo secolo, come si pensava.

Un altro fallimento è che alle entrate ci sono molte barriere, e non solo una grande barriere. Questo è un problema perché c'è spazio tra le barriere addicenti e è possibile che l'acqua possa infiltrarsi attraverso le barriere. Fortunatamente, uno studio ha trovato che il tasso di infiltrazione non è molto veloce, ma questo studio è stato fatto anche in un periodo quando il riscaldamento globale era una preoccupazione minore. Forse il tasso di infiltrazione sarà più grande con un livello dell'acqua più alta.

Secondo me, queste due cose sono i problemi più importanti, ma c'è anche il problema del traffico della laguna, una cosa che non è una grande problema ma è una cosa che può essere migliorata. Complessivamente, i fallimenti del MOSE sono lì, ma sono ampiamente più numerosi i benefici.

L'Importanza del MOSE e Conclusione

In generale, MOSE è un sistema di incredibile importanza. È l'unico modo di difesa per Venezia contro l'acqua alta e le alluvioni. Senza queste paratoie, la città

non avrebbe una possibilità di sopravvivenza nei prossimi decenni. Venezia è una delle città più famose in Italia, ma anche nel mondo. Sarebbe una cosa terribile se la perdessimo a causa di qualcosa che si può prevenire.

MOSE è anche un sistema molto complesso e davvero una meraviglia. Come ho citato nell'inizio della tesina "Per preservare Venezia è sempre stato quello di interferire nel corso naturale degli eventi¹." Questa citazione non potrebbe essere più vera. Con il livello del mare sempre in crescita, le alluvioni non sono un problema di breve durata. Il fatto che MOSE può bloccare e prevenire le alluvioni è un'incredibile impresa di ingegneria. Possibilmente più incredibile è il fatto che MOSE può aiutare la città senza un gran impatto negativo. La navigazione non è fortemente influenzata dalle paratoie, e l'ambiente può vivere senza un gran cambiamento.

Complessivamente, MOSE è una cosa che può aiutare la città di Venezia per molti, molti anni nel futuro, e avrà un grande impatto sulla preservazione della città.